

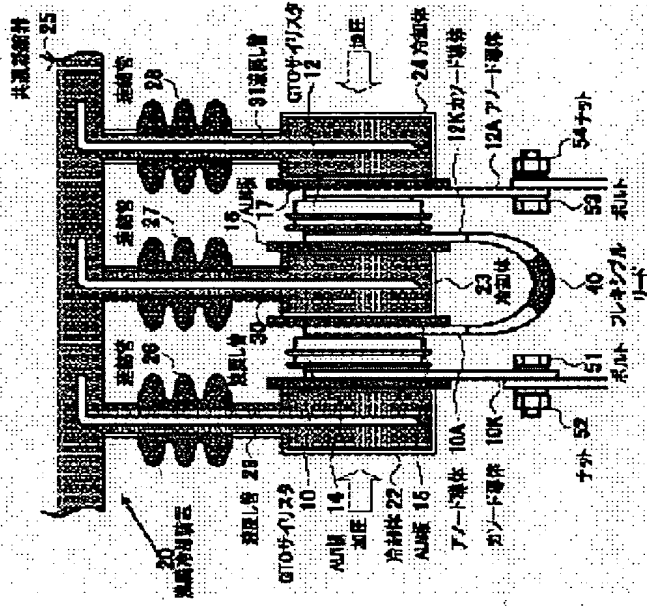
# METHOD OF CONNECTING CONDUCTORS OF STACK STRUCTURE, AND STACK STRUCTURE

Patent number: JP2001326324  
 Publication date: 2001-11-22  
 Inventor: NAKAMURA TOYOTADA  
 Applicant: FUJI ELECTRIC CO LTD  
 Classification:  
 - International: H01L25/07; H01L25/18; B23K15/00; H01L23/427; H02M7/04;  
 - european:  
 Application number: JP20000146343 20000518  
 Priority number(s):

## Abstract of JP2001326324

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To easily connect the conductors of electric parts constituting the stacks without increasing the setup time, the number of parts, the storage space, etc.

**SOLUTION:** A stack structure is composed of an inverter stack consisting of the stack of GTO thyristors 10 and 12 equipped with inflexible conductors 10A, 10K, 12A, and 12K and cooling bodies 22-24. The conductor 10A of the GTO thyristor 10 and the conductor 12K of the GTO thyristor 12 are connected with each other. In this connection method, one end face of a flexible lead 40 and the end face of the conductor 10A are connected with each other by electric beam welding, and the other end face of the flexible lead 40 and the end face of the conductor 12K are connected with each other by electronic beam welding, using the flexible lead 40 being a flexible conductor having an end in sectional form roughly equivalent to the sectional form of the conductors 10A and 12K.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-326324

(P2001-326324A)

(43) 公開日 平成13年11月22日 (2001. 11. 22)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 L 25/07		B 2 3 K 15/00	5 0 5 4 E 0 6 6
25/18		H 0 2 M 7/04	D 5 F 0 3 6
B 2 3 K 15/00	5 0 5	7/48	Z 5 H 0 0 6
H 0 1 L 23/427		B 2 3 K 101:38	5 H 0 0 7
H 0 2 M 7/04		H 0 1 L 25/04	C

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-146343 (P2000-146343)

(22) 出願日 平成12年 5 月 18 日 (2000. 5. 18)

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号

(72) 発明者 中村 豊忠

神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号

富士電機株式会社内

(74) 代理人 100114166

弁理士 高橋 浩三

F ターム (参考) 4E066 CA15

5F036 AA01 BA07 BB12 BB43 BC08

5H006 AA05 CA05 CA12 HA03 HA07

HA08 HA41

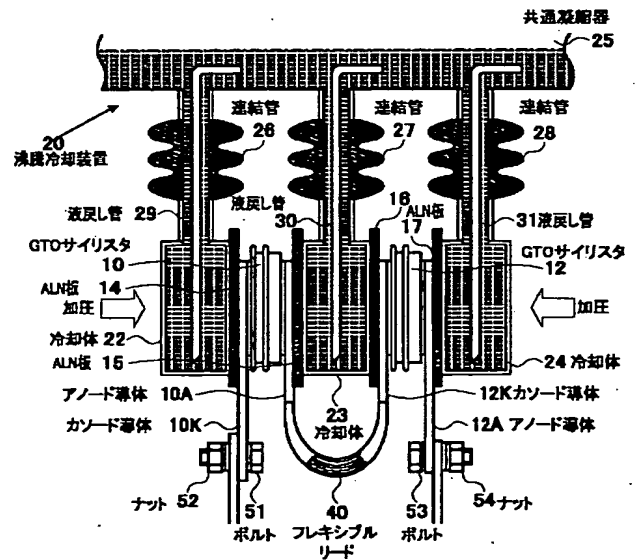
5H007 AA06 CA05 HA03 HA04 HA06

(54) 【発明の名称】 スタック構造体の導体接続方法及びスタック構造体

(57) 【要約】

【目的】 組み立て時間、部品点数、収納スペースなどを増加させることなくスタックを構成する電気部品の導体同士を容易に接続する。

【構成】 スタック構造体は、不可撓性の導体 10A、10K、12A、12K を備えた GTO サイリスタ 10、12 と冷却体 22～24 との積層体からなるインバータスタックで構成される。この発明は、GTO サイリスタ 10 の導体 10A と GTO サイリスタ 12 の導体 12K とを接続するものである。この発明の接続方法は、導体 10A、12K の断面形状とほぼ等価の断面形状の端部を有する可撓性の導体であるフレキシブルリード 40 を用いて、フレキシブルリード 40 の一方の端面と導体 10A の端面とを電子ビーム溶接で接続し、フレキシブルリード 40 の他方の端面と導体 12K の端面とを電子ビーム溶接で接続する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 不可撓性導体を備えた複数の電気部品と、前記電気部品以外の複数の部品との積層体からなるスタック構造体の二つの電気部品の前記不可撓性導体同士を電気的に接続するスタック構造体の導体接続方法において、

前記不可撓性導体の断面形状とほぼ等価の断面形状の端部を有する可撓性導体を用いて、前記可撓性導体の一方の端面と前記一方の電気部品の前記不可撓性導体の端面とを電子ビーム溶接で接続し、前記可撓性導体の他方の端面と前記他方の電気部品の前記不可撓性導体の端面とを電子ビーム溶接で接続したことを特徴とするスタック構造体の導体接続方法。

【請求項2】 請求項1において、前記可撓性導体は、複数枚の薄板の積層体で構成されていることを特徴とするスタック構造体の導体接続方法。

【請求項3】 請求項1において、前記スタック構造体は、半導体素子手段と、この半導体素子手段を冷却する冷却手段との積層体からなる半導体スタックで構成されることを特徴とするスタック構造体の導体接続方法。

【請求項4】 請求項1において、前記前記可撓性導体が全体的にU字型形状となっていることを特徴とするスタック構造体の導体接続方法。

【請求項5】 不可撓性導体を備えた複数の電気部品と、前記電気部品以外の複数の部品との積層体からなるスタック構造体において、前記不可撓性導体の断面形状とほぼ等価の断面形状の端部を有する可撓性導体であって、前記可撓性導体の一方の端面が前記一方の電気部品の前記不可撓性導体の端面に電子ビーム溶接で接続され、前記可撓性導体の他方の端面が前記他方の電気部品の前記不可撓性導体の端面に電子ビーム溶接で接続されることによって二つの前記電気部品の前記不可撓性導体同士を電気的に接続する可撓性導体を備えたことを特徴とするスタック構造体。

【請求項6】 請求項5において、前記可撓性導体は、複数枚の薄板の積層体で構成されることを特徴とするスタック構造体。

【請求項7】 請求項5において、前記スタック構造体は、半導体素子手段と、この半導体素子手段を冷却する冷却手段との積層体からなる半導体スタックで構成されることを特徴とするスタック構造体。

【請求項8】 請求項5において、前記可撓性導体が全体的にU字型形状となっていることを特徴とするスタック構造体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、複数部品の積層体から構成されるスタック構造体の2つの電気部品の導

体同士を接続するスタック構造体の導体接続方法に係り、特に半導体素子と冷却部品とが交互に積層された半導体スタックの半導体素子同士の導体を接続するスタック構造体の導体接続方法に関する。また、この発明は、この導体接続方法によって接続された電気部品の積層体から構成されるスタック構造体に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 大電流や高電圧の下で電気部品を動作させるために、複数の電気部品を他の部品を介して積層してスタックを構成し、このスタック内の各電気部品同士の導体を直列又は並列に電気的に接続して用いるのが一般的である。例えば、パルス幅変調制御を行うインバータとして、複数のゲートターンオフサイリスタ（GTOサイリスタ）と冷却体とを交互に積層することによってインバータスタックを構成している。すなわち、GTOサイリスタは、通電中に接合部温度が所定温度を超えると熱破壊してその機能を喪失するので、接合部温度が所定温度よりも大きくならないように沸騰冷却装置の冷却体とGTOサイリスタとを交互に積層することによってインバータスタックを構成している。

【0003】 図2は、従来のインバータスタックにおいて半導体素子がどのように接続されていたのかを示す概略図である。図では、2個の平型GTOサイリスタ10、12を、絶縁板となる窒化アルミニウム（ALN）板14～17を介して沸騰冷却装置20の冷却体22～24に加圧接触させることによって、冷却体22、ALN板14、GTOサイリスタ10、ALN板15、冷却体23、ALN板16、GTOサイリスタ12、ALN板17、冷却体24からなる積層体、すなわちインバータスタックが構成されている。沸騰冷却装置20は、共通凝縮器25、ベローズ気相管を含む連結管26～28、液戻し管29～31及び冷却体22～24から構成される。GTOサイリスタ10、12の発熱はALN板14～17を介して冷却体22～24に伝達する。冷却体22～24では、その熱によって冷媒が沸騰して気化する。気化した冷媒は、連結管26～28を上昇して共通凝縮器25に導かれ、そこで液化される。液化された冷媒は、共通凝縮器25に一時的に貯留され、液戻し管29～31を介して冷却体22～24に落下して戻りようになっている。沸騰冷却装置は、冷却体22～24で冷媒を沸騰させて気化し、共通凝縮器25でそれを液化させることによって、GTOサイリスタ10、12の温度上昇を抑制している。

【0004】 このようにインバータスタックを構成する電気部品である半導体素子すなわちGTOサイリスタ10、12の導体同士を接続する場合、その接続導体は個々の部品の持つ寸法誤差を吸収した上で良好な接触状態と接触面積を確保する必要がある。一方、GTOサイリスタ10、12のアノード導体10A、12A及びカソード導体10K、12Kは、その面の平坦及び平面度等

が規定されていると共に経時的にその状態が変化しないことが要求されているため、一般的には、可撓性を示さない不可撓性の1枚の銅板で構成されている。従って、図2に示すように、GTOサイリスタ10、12が冷却体22～24に加圧接触され、お互いが直列に接続されるような場合に、GTOサイリスタ10のアノード導体10Aの端部とGTOサイリスタ12のカソード導体12Kの端部とが互いに平行になるように屈曲加工され、また、もう一方のアノード導体12A及びカソード導体10Kも、アノード導体10Aとカソード導体12Kとを締め付けるボルト55及びナット56との絶縁距離を確保するために屈曲加工されている。このような構成において、個々の部品の製作誤差を考慮し、アノード導体10Aとカソード導体12Kとの間にあらかじめ隙間を確保しておき、アノード導体10Aとカソード導体12Kに応力が掛からないようにその端部間にはスペーサ13が挿入され、ボルト55とナット56で締め付け接続されている。

【0005】図3は、従来のインバースタックにおいて半導体素子がどのように接続されているのかを示す別の概略図である。図3において、図2と同じ構成のものには同一の符号が付してあるので、その説明は省略する。このインバースタックでは、GTOサイリスタ10、12のアノード導体10Aとカソード導体12Kは、何も加工されておらず、可撓性のあるフレキシブルリード40を介してその端部同士がボルト55、57とナット56、58で締め付け接続されている。なお、GTOサイリスタ10のカソード導体10KとGTOサイリスタ12のアノード導体12Aは、締め付け用のボルト55、57との間の絶縁距離を確保するために、図に示すような階段状に屈曲加工されている。なお、図2及び図3において、GTOサイリスタ10のカソード導体10KとGTOサイリスタ12のアノード導体12Aは、それぞれボルト51、53とナット52、54で外部導体に締め付け接続されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】図2の従来技術では、隙間を予め見込んでGTOサイリスタ10、12のアノード導体10Aとカソード導体12Kを屈曲加工し、インバースタックを構成した際にアノード導体10Aとカソード導体12Kとの間にできる隙間にスペーサ13を現物合わせで調整しながら挿入し、ボルト締めしている。また、図3の従来技術では、GTOサイリスタ10のアノード導体10AとGTOサイリスタ12のカソード導体12Kの先端にフレキシブルリード40の両端部をボルト締めで接続している。従って、導体の形状を加工したり、ボルト締めしたりするために時間を要し、スタックの全体的な組み立て時間が増大するという問題がある。また、図2の場合には、スペーサ、ボルト、ナット、ワッシャー等の部品が必要であり、図3の場合に

は、フレキシブルリード40の両端部にそれぞれボルト、ナット、ワッシャー等の部品が必要であり、部品点数の増大を招くという問題もある。さらに、各導体間やボルトやナット等との間の絶縁距離を確保するために、収納スペース等が増加するという問題もある。

【0007】本発明は、上述の点に鑑みてなされたものであり、組み立て時間、部品点数、収納スペースなどを増加させることなくスタックを構成する電気部品の導体同士を容易に接続することのできるスタック構造体の導体接続方法及びスタック構造体を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載されたスタック構造体の導体接続方法の発明は、不可撓性導体を備えた複数の電気部品と、前記電気部品以外の複数の部品との積層体からなるスタック構造体の二つの電気部品の前記不可撓性導体同士を電氣的に接続するスタック構造体の導体接続方法において、前記不可撓性導体の断面形状とほぼ等価の断面形状の端部を有する可撓性導体を用いて、前記可撓性導体の一方の端面と前記一方の電気部品の前記不可撓性導体の端面とを電子ビーム溶接で接続し、前記可撓性導体の他方の端面と前記他方の電気部品の前記不可撓性導体の端面とを電子ビーム溶接で接続したものである。この発明は、可撓性導体を電子ビーム溶接で接続しているため、組み立て時間は短くでき、ボルトやナットなどの締め付けるための部品が省略できる。また、電子ビーム溶接で接続することによって、電気部品の不可撓性導体と可撓性導体との接触面状態を良好に維持することができる。また、可撓性導体によって接続されているので各部品の寸法誤差を吸収することができると共に収納スペースを極力抑えることができるという効果がある。

【0009】請求項2に記載されたスタック構造体の導体接続方法の発明は、請求項1において、前記可撓性導体を、複数枚の薄板の積層体で構成したものである。積層する薄板の幅及び枚数に応じて、その断面形状を任意の大きさの長方形にすることができるので、電気部品の不可撓性導体の断面形状とほぼ等価の断面形状の端部を有する可撓性導体を容易に作成することができる。

【0010】請求項3に記載されたスタック構造体の導体接続方法の発明は、請求項1において、前記スタック構造体を、半導体素子手段と、この半導体素子手段を冷却する冷却手段との積層体からなる半導体スタックで構成したものである。スタック構造体には、種々の電気部品を積層したものがあるが、この発明ではその電気部品を冷却の必要な半導体素子に限定した。冷却の必要な半導体素子は大電流高電圧用のものが多く、不可撓性の導体を有する場合が多いからである。

【0011】請求項4に記載されたスタック構造体の導体接続方法の発明は、請求項1において、前記可撓性導

体が全体的にU字型形状となっているものである。電子ビーム溶接によって可撓性導体が全体的にU字型形状になると、この可撓性導体によって無駄なスペースが発生しなくなるという効果を有する。

【0012】請求項5に記載されたスタック構造体の発明は、不可撓性導体を備えた複数の電気部品と、前記電気部品以外の複数の部品との積層体からなるスタック構造体において、前記不可撓性導体の断面形状とほぼ等価の断面形状の端部を有する可撓性導体であって、前記可撓性導体の一方の端面が前記一方の電気部品の前記不可撓性導体の端面に電子ビーム溶接で接続され、前記可撓性導体の他方の端面が前記他方の電気部品の前記不可撓性導体の端面に電子ビーム溶接で接続されることによって二つの前記電気部品の前記不可撓性導体同士を電気的に接続する可撓性導体を備えたものである。この発明は、請求項1に記載されたスタック構造体の導体接続方法によって構成された可撓性導体を有するスタック構造体に関するものである。従って、上述した請求項1の発明と同じような種々の効果を享受することができるものである。

【0013】請求項6に記載されたスタック構造体の発明は、請求項5において、前記可撓性導体を、複数枚の薄板の積層体で構成したものである。これは、請求項2の発明と同様の内容であり、電気部品の不可撓性導体の断面形状とほぼ等価の断面形状の端部を有する可撓性導体を容易に作成することができる。

【0014】請求項7に記載されたスタック構造体の発明は、請求項5において、前記スタック構造体を、半導体素子手段と、この半導体素子手段を冷却する冷却手段との積層体からなる半導体スタックで構成したものである。これは、請求項3の発明と同様の内容であり、スタック構造体を構成する電気部品を冷却に必要な半導体素子に限定したものである。

【0015】請求項8に記載されたスタック構造体の発明は、請求項5において、前記可撓性導体が全体的にU字型形状となっているものである。これは、請求項4の発明と同様の内容であり、可撓性導体によって無駄なスペースが発生しなくなるという効果を有する。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面に従って説明する。図1は、本発明のスタック構造体の導体接続方法及びスタック構造体の概略構成を示す図である。図では、2個の平型GTOサイリスタ10、12を絶縁板となる窒化アルミニウム（ALN）板14～17を介して沸騰冷却装置20の冷却体22～24に加圧接触させることによって、冷却体22、ALN板14、GTOサイリスタ10、ALN板15、冷却体23、ALN板16、GTOサイリスタ12、ALN板17、冷却体24からなる積層体、すなわちインバースタックが構成されている。沸騰冷却装置20は、共通凝

縮器25、ベローズ気相管を含む連結管26～28、液戻し管29～31及び冷却体22～24から構成される。共通凝縮器25は、大気との間で熱交換を行って気化した冷媒を凝縮させて液化し、内部に貯留するものである。冷却体22～24は、銅やアルミニウムなどの金属ブロックを機械加工により箱型に削り出し、その内部に放熱用のフィンや仕切り板を多数有し、そこに冷媒を貯留するような構成になっている。この冷媒にはエチレングリコール水溶液などの導電性冷媒を使用する。従って、GTOサイリスタ10、12と冷却体22～24との間には、絶縁用のALN板14～17が挿入されている。従って、冷媒にフロンやフロロカーボンなどの絶縁性冷媒を使用する場合には、このALN板14～17を省略することができる。

【0017】冷却体22～24と共通凝縮器25は、連結管26～28及び液戻し管29～31によって接続されている。連結管26～28と液戻し管29～31は、2重管構造となっており、冷却体22～24で加熱沸騰して気化した冷媒は外側管の連結管26～28と内側管の液戻し管29～31との間を上昇し、共通凝縮器25に導かれる。連結管26～28の一部に設けられたベローズ気相管は、温度変化による各部の膨張・収縮を吸収するものである。なお、ベローズ気相管以外にも、冷却体22～24と共通凝縮器25との間を絶縁するための絶縁管を連結管26～28の途中に設ける場合がある。

【0018】GTOサイリスタ10、12からの発熱はALN板14～17を介して冷却体22～24に伝達する。冷却体22～24では、その熱によって冷媒が沸騰して気化する。気化した冷媒は、外側管の連結管26～28と内側管の液戻し管29～31との間を上昇して共通凝縮器25に導かれ、そこで液化される。液化された冷媒は、共通凝縮器25に一時的に貯留し、液戻し管29～31を介して冷却体22～24に落下して戻っている。このようにして、沸騰冷却装置20は、冷却体22～24で冷媒を沸騰させて気化し、共通凝縮器25でそれを液化させることによって、GTOサイリスタ10、12の温度上昇を抑制している。

【0019】この実施の形態に係るスタック構造体の導体接続方法では、GTOサイリスタ10、12から引き出されたアノード導体10Aとカソード導体12Kの断面形状とほぼ等価の断面形状を有する複数の薄板群から構成されるフレキシブルリード40を電子ビーム溶接にてU字型形状となるように各導体に溶接接合している。電子ビーム溶接は、溶接される導体端面と薄板群によって形成される端面との突き合わせ部に対して平行に電子ビームが照射され、突き合わせ部の導体金属及び薄板金属の両方を溶解させることによって両者を接着させるものである。両金属の突き合わせ部に形成される隙間はなるべく小さいことが望ましい。従って、両金属の突き合わせ部の表面を研磨して、隙間が極小になるように予め

加工しておく必要がある。

【0020】このように電子ビーム溶接を用いてフレキシブルリード40をU字型形状となるように接合することによって、GTOサイリスタ10、12のアノード導体10Aとカソード導体12Kとフレキシブルリード40との接触面状態を良好に維持することができると共に各部品の寸法誤差を吸収することができる。また、両者の接合は鋳付けやTIG溶接などでも可能である。しかしながら、これらの接合方法では、アノード導体10Aやカソード導体12Kの接触面を酸化防止の目的よりメッキする必要があり、それぞれの導体表面を先にメッキすると鋳付けやTIG溶接の熱によってメッキ部が剥離してしまい、溶接後にメッキしようとする、フレキシブルリード40の薄板の間にメッキ溶液が毛細管現象によって浸入し、その除去が非常に困難になり、時間の経過と共に導体表面から腐食するという問題がある。これに対して、熱密度の大きな電子ビーム溶接を採用することにより、先に導体にメッキを施し、そのメッキを損傷させることなく薄板と導体との溶接を行うことができる。

【0021】なお、上述の実施の形態では、スタック構造体として、GTOサイリスタと冷却体の積層体から構成されるインバータスタックを例に説明したが、これに限らず、これ以外の半導体スタック、燃料電池スタック、ダイオード整流器スタック、パワー半導体スタック、半導体スイッチスタックなどの各スタックを構成する電気部品の導体同士を接続する場合にも同様に適用することができる。また、上述の実施の形態では、発熱体を個別に冷却する個別冷却方式を例に説明したが、一括冷却方式の場合にも同様に適用することができる。上述の実施の形態では、インバータスタックが2個のGTOサイリスタ10、12と3個の冷却体22～24によって構成された場合について説明したが、これ以上の個数

のGTOサイリスタ及び冷却体から構成されるインバータスタックにも同様に適用することができる。上述の実施の形態では、連結管を気相管と戻し管の2重管構造の場合を例に説明したが、気相管と戻し管を別個に配置したのものにも同様に適用することができる。

#### 【0022】

【発明の効果】本発明のスタック構造体の導体接続方法及びスタック構造体によれば、組み立て時間、部品点数、収納スペースなどを増加させることなくスタックを構成する電気部品の導体同士を容易に接続することができるという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のスタック構造体の導体接続方法及びスタック構造体の概略構成を示す図

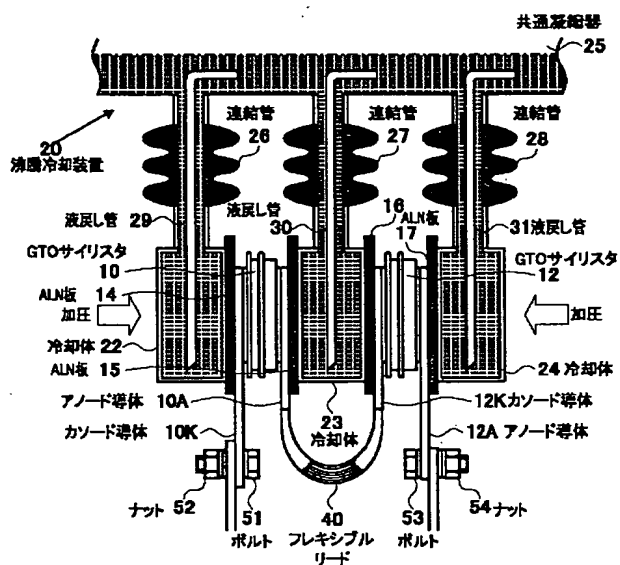
【図2】 従来のインバータスタックにおいて半導体素子がどのように接続されていたのかを示す概略図

【図3】 従来のインバータスタックにおいて半導体素子がどのように接続されているのかを示す別の概略図

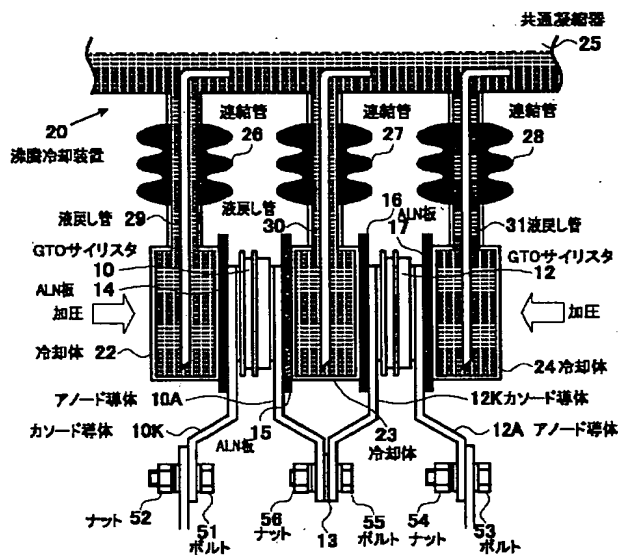
#### 【符号の説明】

10, 12	GTOサイリスタ
13	スペーサー
14～17	冷却体
20	沸騰冷却装置
22～24	冷却体
25	共通凝縮器
26～28	連結管
29～31	液戻し管
10A, 12A	アノード導体
10K, 12K	カソード導体
51, 53, 55	ボルト
52, 54, 56	ナット
40	フレキシブルリード

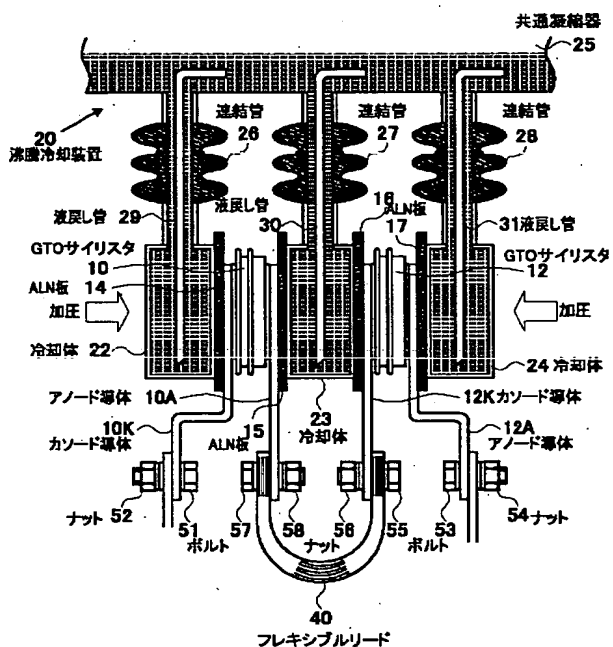
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

H 0 2 M 7/48

// B 2 3 K 101:38

識別記号

F I

H 0 1 L 23/46

テーマコード (参考)

A



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-326324

(43)Date of publication of application : 22.11.2001

(51)Int.Cl.

H01L 25/07

H01L 25/18

B23K 15/00

H01L 23/427

H02M 7/04

H02M 7/48

// B23K101:38

(21)Application number : 2000-146343

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 18.05.2000

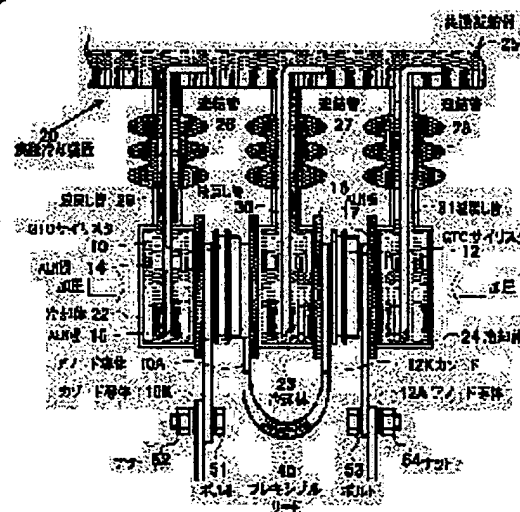
(72)Inventor : NAKAMURA TOYOTADA

(54) METHOD OF CONNECTING CONDUCTORS OF STACK STRUCTURE, AND STACK STRUCTURE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To easily connect the conductors of electric parts constituting the stacks without increasing the setup time, the number of parts, the storage space, etc.

**SOLUTION:** A stack structure is composed of an inverter stack consisting of the stack of GTO thyristors 10 and 12 equipped with inflexible conductors 10A, 10K, 12A, and 12K and cooling bodies 22-24. The conductor 10A of the GTO thyristor 10 and the conductor 12K of the GTO thyristor 12 are connected with each other. In this connection method, one end face of a flexible lead 40 and the end face of the conductor 10A are connected with each other by electric beam welding, and the other end face of the flexible lead 40 and the end face of the conductor 12K are connected with each other by electronic beam welding, using the flexible lead 40 being a flexible conductor having an end in sectional form roughly equivalent to the sectional form of the conductors 10A and 12K.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

09.12.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

## [Claim(s)]

[Claim 1] flexibility characterized by providing the following -- a conductor -- using -- said flexibility -- said improper flexibility of one end face of a conductor, and one [ said ] electrical part -- an end face of a conductor -- electron beam welding -- connecting -- said flexibility -- said improper flexibility of an electrical part of an other-end side of a conductor, and said another side -- a conductor of the stack structure characterized by connecting an end face of a conductor by electron beam welding -- a connection method improper flexibility -- two or more electrical parts equipped with a conductor said improper flexibility of two electrical parts of the stack structure which consist of layered products with two or more components other than said electrical part -- a conductor -- a conductor of the stack structure which connects comrades electrically -- a connection method -- setting -- said improper flexibility -- a cross-section configuration of a conductor -- almost -- an edge of a cross-section configuration of equivalence

[Claim 2] claim 1 -- setting -- said flexibility -- a conductor of the stack structure characterized by a conductor consisting of layered products of sheet metal of two or more sheets -- a connection method.

[Claim 3] a conductor of the stack structure characterized by said stack structure consisting of semiconductor stacks which consist of a layered product of a semiconductor device means and a cooling means to cool this semiconductor device means in claim 1 -- a connection method.

[Claim 4] claim 1 -- setting -- said said flexibility -- a conductor of the stack structure characterized by on the whole a conductor serving as a U character mold configuration -- a connection method.

[Claim 5] The stack structure characterized by providing the following improper flexibility -- two or more electrical parts equipped with a conductor In the stack structure which consists of a layered product with two or more components other than said electrical part It is a conductor. said improper flexibility -- a cross-section configuration of a conductor, and flexibility which has an edge of a cross-section configuration of equivalence mostly -- It connects with an end face of a conductor by electron beam welding. said flexibility -- one end face of a conductor -- said improper flexibility of one [ said ] electrical part -- said flexibility -- an other-end side of a conductor -- said improper flexibility of an electrical part of said another side -- connecting with an end face of a conductor by electron beam welding -- said improper flexibility of said two electrical parts -- a conductor -- flexibility which connects comrades electrically -- a conductor

[Claim 6] claim 5 -- setting -- said flexibility -- the stack structure characterized by a conductor consisting of layered products of sheet metal of two or more sheets.

[Claim 7] It is the stack structure characterized by consisting of semiconductor stacks which consist of a layered product with a cooling means by which said stack structure cools a semiconductor device means and this semiconductor device means in claim 5.

[Claim 8] claim 5 -- setting -- said flexibility -- the stack structure characterized by on the whole a conductor serving as a U character mold configuration.

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] the conductor of two electrical parts of the stack structure with which this invention consists of layered products of two or more components -- the conductor of the stack structure which connects comrades -- the conductor of the stack structure which connects the conductor of the semiconductor devices of a semiconductor stack with which the connection method was started, especially the laminating of a semiconductor device and the cooling components was carried out by turns -- it is related with a connection method. moreover, this invention -- this conductor -- it is related with the stack structure which consists of layered products of the electrical part connected by the connection method.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to operate an electrical part under a high current or the high voltage, it is common to carry out the laminating of two or more electrical parts through other components, to constitute a stack, to connect with a serial or juxtaposition electrically and to use the conductor of each electrical parts in this stack for it. For example, the inverter stack is constituted as an inverter which performs Pulse-Density-Modulation control by carrying out the laminating of two or more gate turn-off thyristors (GTO thyristor) and cooling objects by turns. That is, since the thermal runaway of the GTO thyristor will be carried out and it will lose the function if junction temperature exceeds predetermined temperature during energization, it constitutes the inverter stack by carrying out the laminating of the cooling object and GTO thyristor of an ebullition cooling system by turns so that junction temperature may not become larger than predetermined temperature.

[0003] Drawing 2 is the schematic diagram showing how the semiconductor device was connected in the conventional inverter stack. The layered product which consists of the cooling object 22, the ALN board 14, GTO thyristor 10, the ALN board 15, the cooling object 23, the ALN board 16, GTO thyristor 12, an ALN board 17, and a cooling object 24, i.e., an inverter stack, is constituted by making the cooling objects 22-24 of the ebullition cooling system 20 carry out pressurization contact of two flat tip GTO thyristors 10 and 12 by a diagram through the aluminum nitride (ALN) boards 14-17 used as an electric insulating plate. The ebullition cooling system 20 consists of the interconnecting tubes 26-28, the liquid return pipes 29-31, and the cooling objects 22-24 containing the common condenser 25 and a bellows gaseous-phase pipe. Pyrexia of GTO thyristors 10 and 12 is transmitted to the cooling objects 22-24 through the ALN boards 14-17. With the cooling objects 22-24, with the heat, a refrigerant boils and it evaporates. The vaporized refrigerant goes up interconnecting tubes 26-28, is led to the common condenser 25, and is liquefied there. The liquefied refrigerant is temporarily stored by the common condenser 25, falls on the cooling objects 22-24 through the liquid return pipes 29-31, and returns. The ebullition cooling system boiled the refrigerant at the cooling objects 22-24, was evaporated, and has controlled the temperature rise of GTO thyristors 10 and 12 by making it liquefy with the common condenser 25.

[0004] thus, the conductor of the semiconductor device 10 and 12, i.e., GTO thyristors, which is the electrical part which constitutes an inverter stack -- the case where comrades are connected -- the connection -- a conductor needs to secure a good contact condition and a good touch area, after absorbing the size error which each components have. on the other hand -- the anode of GTO thyristors 10 and 12 -- Conductors 10A and 12A and a cathode -- since it is required that the condition should not change with time while flatness, flatness, etc. of the field are specified, generally Conductors 10K and 12K consist of copper plates of one sheet of improper flexibility in which flexibility is not shown. Therefore, as shown in drawing 2, pressurization contact of GTO thyristors 10 and 12 is carried out at the cooling objects 22-24. Crookedness processing is carried out. a case so that each other may be connected to a serial -- the anode of GTO thyristor 10 -- a conductor -- the edge of 10A, and the cathode of GTO thyristor 12 -- a conductor -- so that the

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

edge of 12K may become parallel mutually moreover, another anode -- conductor 12A and a cathode -- a conductor -- 10K -- an anode -- a conductor -- 10A and a cathode -- a conductor -- crookedness processing is carried out in order to secure the distance for insulation with the bolt 55 and nut 56 which bind 12K tight. such a configuration -- setting -- the manufacture error of each components -- taking into consideration -- an anode -- a conductor -- 10A and a cathode -- a conductor -- between 12K -- beforehand -- a crevice -- securing -- an anode -- a conductor -- 10A and a cathode -- a conductor -- between the edge, a spacer 13 is inserted so that stress may not be applied to 12K, and it binds tight and connects with the bolt 55 and the nut 56.

[0005] Drawing 3 is another schematic diagram showing how the semiconductor device is connected in the conventional inverter stack. In drawing 3, since the same sign is given to the thing of the same configuration as drawing 2, the explanation is omitted. this inverter stack -- the anode of GTO thyristors 10 and 12 -- a conductor -- 10A and a cathode -- a conductor -- no 12K are processed, but through the flexible lead 40 with flexibility, those edges bind them tight with bolts 55 and 57 and nuts 56 and 58, and they are connected. in addition, the cathode of GTO thyristor 10 -- a conductor -- the anode of 10K and GTO thyristor 12 -- a conductor -- as [ show / 12A / in drawing / in order to secure the distance for insulation between the bolts 55 and 57 for bolting ] -- crookedness processing is carried out stair-like. in addition, drawing 2 and drawing 3 -- setting -- the cathode of GTO thyristor 10 -- a conductor -- the anode of 10K and GTO thyristor 12 -- a conductor -- 12A is bound tight and connected to the outer conductor with bolts 51 and 53 and nuts 52 and 54, respectively.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] the conventional technology of drawing 2 -- a crevice -- beforehand -- expecting -- the anode of GTO thyristors 10 and 12 -- a conductor -- 10A and a cathode -- a conductor -- the time of carrying out crookedness processing of 12K, and constituting an inverter stack -- an anode -- a conductor -- 10A and a cathode -- a conductor -- bolting is inserted and carried out, adjusting a spacer 13 to the crevice made among 12K by gauging. moreover -- the conventional technology of drawing 3 -- the anode of GTO thyristor 10 -- a conductor -- the cathode of 10A and GTO thyristor 12 -- a conductor -- the both ends of the flexible lead 40 are connected at the tip of 12K by bolting. Therefore, in order to process the configuration of a conductor or to carry out bolting, time amount is required, and there is a problem that the overall assembly time amount of a stack increases. Moreover, there is also a problem of components, such as a spacer, a bolt, a nut, and a washer, being required in the case of drawing 2, components, such as a bolt, a nut, and a washer, being required for the both ends of the flexible lead 40 respectively to be drawing 3, and causing increase of components mark. furthermore -- each -- a conductor -- in order to secure the distance for insulation between between, a bolt, a nut, etc., there is also a problem that storage space etc. increases.

[0007] the conductor of the electrical part which constitutes a stack, without making this invention in view of an above-mentioned point, and making assembly time amount, components mark, storage space, etc. increase -- the conductor of the stack structure which can connect comrades easily -- it aims at offering a connection method and the stack structure.

[0008]

[Means for Solving the Problem] a conductor of the stack structure indicated by claim 1 -- invention of a connection method In a connection method improper flexibility -- said improper flexibility of two electrical parts of the stack structure which consist of layered products of two or more electrical parts equipped with a conductor, and two or more components other than said electrical part -- a conductor -- a conductor of the stack structure which connects comrades electrically -- A conductor is used. said improper flexibility -- a cross-section configuration of a conductor, and flexibility which has an edge of a cross-section configuration of equivalence mostly -- said flexibility -- said improper flexibility of one end face of a conductor, and one [ said ] electrical part -- an end face of a conductor -- electron beam welding -- connecting -- said flexibility -- said improper flexibility of an electrical part of an other-end side of a conductor, and said another side -- an end face of a conductor is connected by electron beam welding. this invention -- flexibility -- since a conductor is connected by electron beam welding, assembly time amount is made short and components for binding [ nut / a bolt, ] tight can be omitted. moreover, a thing to connect by electron beam welding -- the improper flexibility of an electrical part -- a conductor and flexibility -- a contact surface condition with a conductor is maintainable good. moreover, flexibility -- since a conductor connects, while a size error of each part article is absorbable, it is effective in the ability to stop storage space as much as possible.

[0009] a conductor of the stack structure indicated by claim 2 -- invention of a connection method -- claim 1 -- setting -- said flexibility -- a conductor consists of layered products of sheet metal of two or more sheets. since the cross-section configuration can be made into a rectangle of magnitude of arbitration according to width of face and number of sheets of sheet metal which carry out a laminating -- the improper flexibility of an electrical part -- a cross-section configuration of a conductor, and flexibility which has an edge of a cross-section configuration of equivalence mostly -- a conductor can be created easily.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



[0010] a conductor of the stack structure indicated by claim 3 -- invention of a connection method constitutes said stack structure from a semiconductor stack which consists of a layered product of a semiconductor device means and a cooling means to cool this semiconductor device means in claim 1. Although there were some which carried out the laminating of the various electrical parts in the stack structure, in this invention, that electrical part was limited to a required semiconductor device of cooling. A required semiconductor device of cooling has many things for high current high voltages, and is because it has a conductor of improper flexibility in many cases.

[0011] a conductor of the stack structure indicated by claim 4 -- invention of a connection method -- claim 1 -- setting -- said flexibility -- on the whole, a conductor serves as a U character mold configuration. electron beam welding -- flexibility -- if a conductor becomes a U character mold configuration on the whole -- this flexibility -- it has an effect of a useless space stopping occurring with a conductor.

[0012] Invention of the stack structure indicated by claim 5 In the stack structure which consists of a layered product of two or more electrical parts equipped with a conductor, and two or more components other than said electrical part improper flexibility -- It is a conductor. said improper flexibility -- a cross-section configuration of a conductor, and flexibility which has an edge of a cross-section configuration of equivalence mostly -- It connects with an end face of a conductor by electron beam welding. said flexibility -- one end face of a conductor -- said improper flexibility of one [ said ] electrical part -- said flexibility -- an other-end side of a conductor -- said improper flexibility of an electrical part of said another side -- connecting with an end face of a conductor by electron beam welding -- said improper flexibility of said two electrical parts -- a conductor -- flexibility which connects comrades electrically -- it has a conductor. a conductor of the stack structure with which this invention was indicated by claim 1 -- flexibility constituted by connection method -- it is related with the stack structure which has a conductor. Therefore, the same various effects as invention of claim 1 mentioned above are enjoyable.

[0013] invention of the stack structure indicated by claim 6 -- claim 5 -- setting -- said flexibility -- a conductor consists of layered products of sheet metal of two or more sheets. the contents as invention of claim 2 with this same -- it is -- the improper flexibility of an electrical part -- a cross-section configuration of a conductor, and flexibility which has an edge of a cross-section configuration of equivalence mostly -- a conductor can be created easily.

[0014] Invention of the stack structure indicated by claim 7 constitutes said stack structure from a semiconductor stack which consists of a layered product of a semiconductor device means and a cooling means to cool this semiconductor device means in claim 5. This is the same contents as invention of claim 3, and limits an electrical part which constitutes the stack structure to a required semiconductor device of cooling.

[0015] invention of the stack structure indicated by claim 8 -- claim 5 -- setting -- said flexibility -- on the whole, a conductor serves as a U character mold configuration. the contents as invention of claim 4 with this same -- it is -- flexibility -- it has an effect of a useless space stopping occurring with a conductor.

[0016]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained according to an accompanying drawing. drawing 1 -- the conductor of the stack structure of this invention -- it is drawing showing the outline configuration of a connection method and the stack structure. The layered product which consists of the cooling object 22, the ALN board 14, GTO thyristor 10, the ALN board 15, the cooling object 23, the ALN board 16, GTO thyristor 12, an ALN board 17, and a cooling object 24, i.e., an inverter stack, is constituted by making the cooling objects 22-24 of the ebullition cooling system 20 carry out pressurization contact of two flat tip GTO thyristors 10 and 12 by a diagram through the alumimium nitride (ALN) boards 14-17 used as an electric insulating plate. The ebullition cooling system 20 consists of the interconnecting tubes 26-28, the liquid return pipes 29-31, and the cooling objects 22-24 containing the common condenser 25 and a bellows gaseous-phase pipe. The refrigerant which evaporated by performing heat exchange between atmospheric air is made to condense, it liquefies, and the common condenser 25 is stored in the interior. The cooling objects 22-24 begin to delete the metal block of copper, aluminum, etc. to a core box by machining, have many the fins and diaphragms for thermolysis in the interior, and have composition which stores a refrigerant there. Conductive refrigerants, such as an ethylene glycol aqueous solution, are used for this refrigerant. Therefore, between GTO thyristors 10 and 12 and the cooling objects 22-24, the ALN boards 14-17 for an insulation are inserted. Therefore, when using insulating refrigerants, such as chlorofluocarbon and fluorocarbon, for a refrigerant, these ALN boards 14-17 can be omitted.

[0017] The cooling objects 22-24 and the common condenser 25 are connected by interconnecting tubes 26-28 and the liquid return pipes 29-31. Interconnecting tubes 26-28 and the liquid return pipes 29-31 have double pipe structure, and the refrigerant which carried out heating ebullition and which was evaporated with the cooling objects 22-24 goes up between the interconnecting tubes 26-28 of an outside pipe, and the liquid return pipes 29-31 of an inside pipe, and is led to the common condenser 25. The bellows gaseous-phase pipe formed in a part of interconnecting tubes 26-28

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

absorbs expansion and contraction of each part by the temperature change. In addition, the insulating tube for insulating between the cooling objects 22-24 and the common condensers 25 besides a bellows gaseous-phase pipe may be formed in the middle of interconnecting tubes 26-28.

[0018] The pyrexia from GTO thyristors 10 and 12 is transmitted to the cooling objects 22-24 through the ALN boards 14-17. With the cooling objects 22-24, with the heat, a refrigerant boils and it evaporates. The vaporized refrigerant goes up between the interconnecting tubes 26-28 of an outside pipe, and the liquid return pipes 29-31 of an inside pipe, is led to the common condenser 25, and is liquefied there. The liquefied refrigerant is temporarily stored in the common condenser 25, falls on the cooling objects 22-24 through the liquid return pipes 29-31, and returns. Thus, the ebullition cooling system 20 boiled the refrigerant at the cooling objects 22-24, was evaporated, and has controlled the temperature rise of GTO thyristors 10 and 12 by making it liquefy with the common condenser 25.

[0019] the conductor of the stack structure concerning the gestalt of this operation -- the anode pulled out from GTO thyristors 10 and 12 in the connection method -- a conductor -- 10A and a cathode -- a conductor -- it becomes a U character mold configuration in electron beam welding about the flexible lead 40 which consists of a cross-section configuration of 12K, and two or more sheet metal groups which have the cross-section configuration of equivalence mostly -- as -- each -- weldbonding is carried out to the conductor. the conductor with which electron beam welding is welded -- an electron beam glares in parallel to the comparison section of an end face and the end face formed of a sheet metal group -- having -- the conductor of the comparison section -- both are pasted up by dissolving both a metal and a sheet metal. The thing small if possible of the crevice formed in the comparison section of both metals is desirable. Therefore, it is necessary to grind the surface of the comparison section of both metals, and it is necessary to process it beforehand so that a crevice may become the minimum.

[0020] thus, the thing for which the flexible lead 40 is joined using electron beam welding so that it may become a U character mold configuration -- the anode of GTO thyristors 10 and 12 -- a conductor -- 10A and a cathode -- a conductor -- while the contact surface condition of 12K and the flexible lead 40 is maintainable good, the size error of each part article is absorbable. Moreover, soldering and TIG arc welding are also possible for both cementation. It is necessary to plate the contact surface of 12K from the purpose of antioxidizing. however -- these cementation methods - - an anode -- a conductor -- 10A and a cathode -- a conductor -- each conductor -- the plating section exfoliating with the heat of soldering or TIG arc welding, if the surface is plated previously, and, if it is going to plate after welding between the sheet metal of the flexible lead 40 -- a plating solution -- capillarity -- permeating -- the removal -- very much -- difficult -- becoming -- the passage of time -- a conductor -- there is a problem of corroding from the surface. On the other hand, by adopting electron beam welding with big heat density, it plates to a conductor previously, and welding with sheet metal and a conductor can be performed, without damaging the plating.

[0021] in addition, the conductor of the electrical part which constitutes each stack, such as semiconductor stacks not only this but other than this, a fuel cell stack, a diode rectifier stack, a power semiconductor stack, and a solid state switch stack, although the gestalt of above-mentioned operation explained to the example the inverter stack which consists of layered products of a GTO thyristor and a cooling object as the stack structure -- when connecting comrades, it can apply similarly. Moreover, although the gestalt of above-mentioned operation explained the individual cooling system which cools a heating element according to an individual to the example, it is applicable similarly [ in the case of package cooling system ]. Although the gestalt of above-mentioned operation explained the case where an inverter stack was constituted by two GTO thyristors 10 and 12 and three cooling objects 22-24, it is applicable also like the inverter stack which consists of the GTO thyristors and cooling objects of the number beyond this. Although the interconnecting tube was returned with the gaseous-phase pipe and the case of the double pipe structure of a pipe was explained to the example with the gestalt of above-mentioned operation, it is applicable also like what returned with the gaseous-phase pipe and has arranged the pipe separately.

[0022]

[Effect of the Invention] the conductor of the stack structure of this invention -- the conductor of the electrical part which constitutes a stack according to a connection method and the stack structure, without making assembly time amount, components mark, storage space, etc. increase -- it is effective in comrades being easily connectable.

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

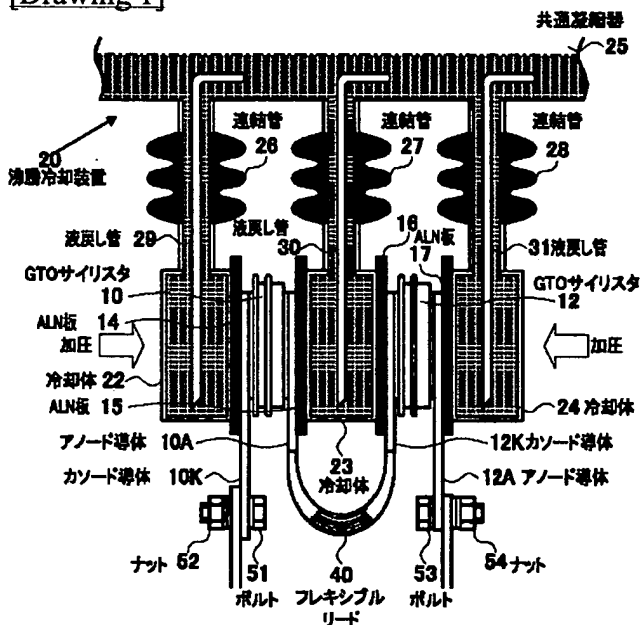
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

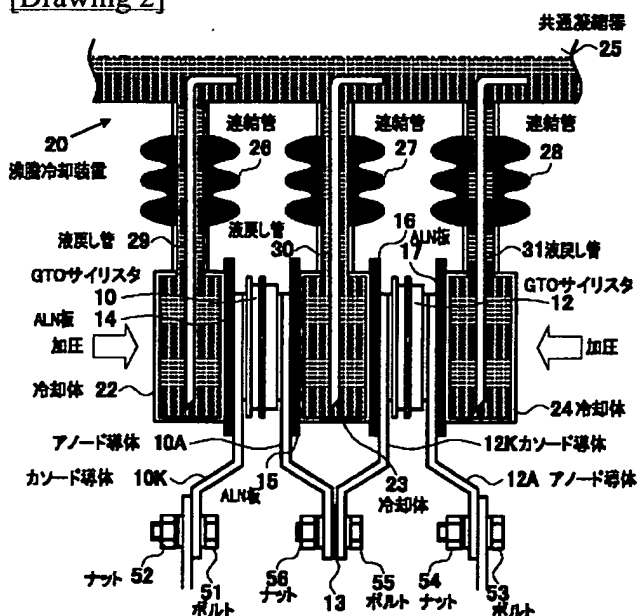
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]

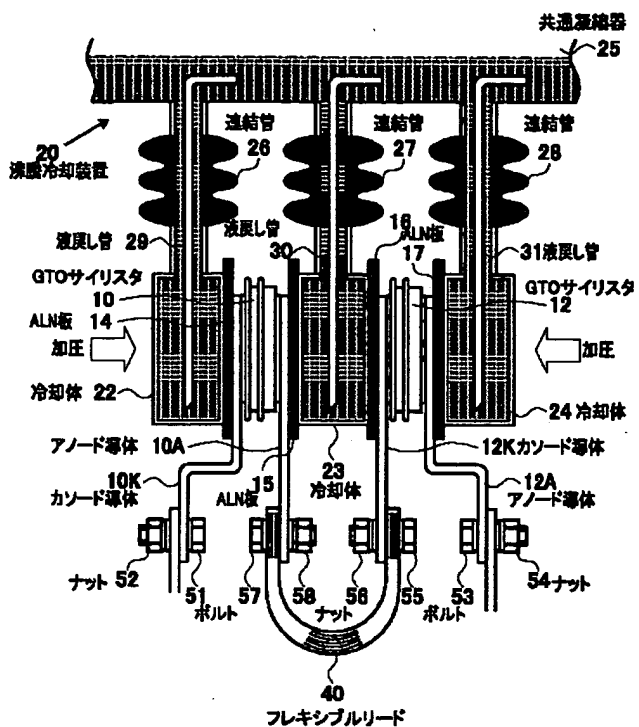


[Drawing 2]



[Drawing 3]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**